

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-30710

(43)公開日 平成11年(1999) 2月2日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 5/10

G 0 2 B 5/10

A

26/10

26/10

Z

E

1 0 3

1 0 3

H 0 4 N 1/113

H 0 4 N 1/04

1 0 4 A

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平9-202246

(22)出願日

平成9年(1997) 7月11日

(71)出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町 2丁目36番 9号

(72)発明者 飯塚 隆之

東京都板橋区前野町 2丁目36番 9号 旭光

学工業株式会社内

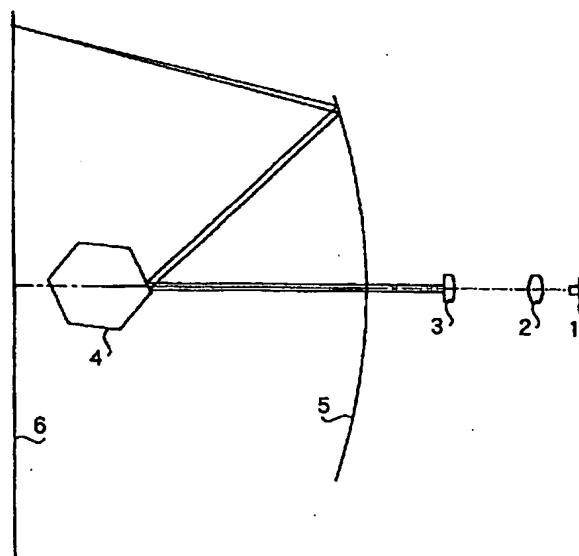
(74)代理人 弁理士 松岡 修平

(54)【発明の名称】 反射型走査光学系

(57)【要約】

【課題】 偏向器より像側に1枚の曲面ミラーのみを用いた従来の走査光学系では、曲面ミラーが副走査方向にパワーを持たないため、設計の自由度が低く、良好な光学的性能を得ることが困難であるという問題がある。

【解決手段】 半導体レーザー1から発した光束をポリゴンミラー4により偏向して走査させ、偏向された光束を1枚の曲面ミラー5により走査対象面6上に結像させる。曲面ミラー5は、主走査、副走査の両方向の正のパワーを有し、ポリゴンミラー4から入射する光束を副走査方向に所定の分離角度 θ 2をもって反射させるよう配置される。曲面ミラー5の形状は、光軸を含む主走査方向の基準直線に対して副走査方向に非対称である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源から発した光束を偏向器により偏向して走査させ、偏向された光束を 1 枚の曲面ミラーにより走査対象面上に結像させる走査光学系において、前記曲面ミラーは、主走査方向、副走査方向に正のパワーを有し、前記偏向器から入射する光束を副走査方向に所定の分離角度をもって反射させるよう配置され、前記曲面ミラーの形状は、光軸を含む主走査方向の基準直線に対して副走査方向に非対称であることを特徴とする反射型走査光学系。

【請求項 2】 前記曲面ミラーは、主走査方向における

$$0.005 < \left| \frac{\partial x}{\partial z} \right|_{(y=0.8P, z=0)} - \frac{\partial x}{\partial z} \Big|_{(y=0, z=0)} < 0.025 \quad \cdots (1)$$

【請求項 4】 前記曲面ミラーの x 軸方向のサグ量を表す関数 $f(y, z)$ が、y および z に関する二次元の多項式で表現されることを特徴とする請求項 3 に記載の反射型走査光学系。

【請求項 5】 前記光源から発して前記偏向器に入射する光束が主走査方向において平行光であることを特徴とする請求項 3 に記載の反射型走査光学系。

【請求項 6】 前記光源から発して前記偏向器に入射する光束が主走査方向において発散光であることを特徴とする請求項 3 に記載の反射型走査光学系。

【請求項 7】 前記偏向器はポリゴンミラーであり、その反射面が曲面であることを特徴とする請求項 3 に記載の反射型走査光学系。

【請求項 8】 前記ポリゴンミラーの反射面は、主走査方向に曲率を有するシリンダカル面であることを特徴とする請求項 7 に記載の反射型走査光学系。

【請求項 9】 前記偏向器から前記曲面ミラーまでの距離を p、前記曲面ミラーの近軸における主走査方向の実効上の曲率半径を r_m' として、以下の条件(2)を満たすことを特徴とする請求項 3 に記載の反射型走査光学系。

$$0.2 < |p/r_m'| < 0.4 \quad \cdots (2)$$

ただし、 r_m' は、前記曲面ミラーの x 軸方向のサグ量を表す関数 $f(y, z)$ が、y および z に関する二次元の多項式で表現され、この多項式の y の二乗に関する係数を A_2 、曲面ミラーの近軸における主走査方向の曲率半径を r_m として、 $1/r_m' = 1/r_m + 2A_2$ により求められる。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、レーザープリンタ等の装置に使用される走査光学系に関し、特に、偏向器より像面側に 1 枚の曲面ミラーのみを配置した反射型走査光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】 この種の反射型走査光学系は、例えば特開昭 62-253116 号公報に開示される。この公報

光軸からの距離に応じて副走査方向における入射角度が変化するように形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の反射型走査光学系。

【請求項 3】 主走査方向に y 軸、副走査方向に z 軸、これら 2 軸に直交する x 軸からなる三次元座標を設定し、前記曲面ミラーの形状を表す y-z 平面からの x 軸方向のサグ量が、y 座標、z 座標の関数 $f(y, z)$ として表される際に、前記偏向器から前記曲面ミラーまでの距離を p として、以下の条件(1)を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の反射型走査光学系。

【数 1】

$$0.005 < \left| \frac{\partial x}{\partial z} \right|_{(y=0.8P, z=0)} - \frac{\partial x}{\partial z} \Big|_{(y=0, z=0)} < 0.025 \quad \cdots (1)$$

に開示される走査光学系では、光源から発する光束がこの光束と同一面内でポリゴンミラーにより反射、偏向され、曲面ミラーにより走査方向と交差する方向に反射されて感光ドラムに達する。曲面ミラーの形状は、感光体ドラム上で光束が直線的な軌跡を描くように、ミラーの光走査方向の湾曲を考慮して中央から周辺に向かい入射角度が徐々に大きくなるよう形成されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述した公報に開示される走査光学系では、その第 2 図に示されるように曲面ミラーが副走査方向の面内ではパワーを持たないため、設計の自由度が低く、良好な光学的性能を得ることが困難であるという問題がある。すなわち、1 枚の曲面ミラーに通常の走査光学系で利用される $f\theta$ レンズに代わる機能を持たせるためには、少なくとも曲面ミラーには $f\theta$ 特性を実現するための歪曲収差、主走査方向、副走査方向の像面湾曲補正効果を持たせる必要がある。また、ポリゴンミラーを用いる場合にはその面倒れ誤差(反射面の副走査方向の傾き誤差)を補正するための機能も要求される。このうち、少なくとも副走査方向の像面湾曲と面倒れ誤差との補正のためには曲面ミラーが副走査方向にもパワーを持つことが必須となる。

【0004】 この発明は、上述した従来技術の課題に鑑みてなされたものであり、1 枚の曲面ミラーで良好な光学的性能を得ることができる反射型走査光学系を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 この発明にかかる反射型走査光学系は、上記の目的を達成させるため、光源から発した光束を偏向器により偏向して走査させ、偏向された光束を 1 枚の曲面ミラーにより走査対象面上に結像させる走査光学系において、曲面ミラーに主走査、副走査の両方向の正のパワーを持たせ、偏向器から入射する光束を副走査方向に所定の分離角度をもって反射させるよう配置し、曲面ミラーの形状を、光軸を含む主走査方向の基準直線に対して副走査方向に非対称としたことを特

徴とする。

【0006】曲面ミラーは、主走査方向に y 軸、副走査方向に z 軸、これら 2 軸に直交する x 軸からなる三次元座標を設定し、曲面ミラーの形状を表す y-z 平面からの x 軸方向のサグ量が、y 座標、z 座標の関数 f(y,

$$0.005 < \left| \frac{\partial x}{\partial z} (y=0.8P, z=0) - \frac{\partial x}{\partial z} (y=0, z=0) \right| < 0.025 \quad \cdots(1)$$

【0007】光源から発して偏向器に入射する光束は、主走査方向において平行光、あるいは発散光である。偏向器はポリゴンミラーであり、その反射面は平面または主走査方向に曲率を有するシリンドリカル面である。

【0008】また、偏向器から曲面ミラーまでの距離を p、曲面ミラーの近軸における主走査方向の実効上の曲率半径を r_{m'}として、以下の条件(2)を満たすことが望ましい。

$$0.2 < |p/r_m'| < 0.4 \quad \cdots(2)$$

ただし、r_{m'}は、曲面ミラーの x 軸方向のサグ量を表す関数 f(y, z)が、y および z に関する二次元の多項式で表現され、この多項式の y の二乗に関する係数を A₂、曲面ミラーの近軸における主走査方向の曲率半径を r_mとして、1/r_{m'}=1/r_m+2A₂により求められる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、この発明にかかる走査光学系の実施形態を説明する。実施形態の走査光学系は、例えばレーザープリンターの走査光学系として利用される。実施形態の走査光学系は、例えば図 1、図 2 に示すように構成される。図 1 は主走査方向の説明図、図 2 はその副走査方向の説明図である。

【0010】光源である半導体レーザー 1 から発した光束は、コリメートレンズ 2 により平行光とされ、副走査方向にのみ正のパワーを有するシリンドリカルレンズ 3 により副走査方向に収束されて偏向器であるポリゴンミラー 4 に入射する。ポリゴンミラー 4 の反射面により反射された光束は、結像光学系としての曲面ミラー 5 により反射され、感光体ドラム等の走査対象面 6 上にビームスポットを形成する。ビームスポットは、ポリゴンミラー 4 の回転に伴って走査対象面 6 上を主走査方向に走査する。

【0011】なお、この明細書では、「光学系の光軸」は、走査対象面 6 上のスポットが走査中心に達する際の光束の主光線に一致する軸として定義される。また、「主走査方向」は、光学系の光軸に垂直な面内において走査対象面上でのスポットの走査方向に相当する方向、「副走査方向」は光学系の光軸に垂直な面内において主走査方向に直交する方向として定義される。

【0012】シリンドリカルレンズ 3 は、コリメートレンズ 2 側のレンズ面が副走査方向にのみ正のパワーを持つシリンダー面、ポリゴンミラー 4 側のレンズ面が平面

z)、例えば y および z に関する二次元の多項式、として表される際に、偏向器から曲面ミラーまでの距離を p として、以下の条件(1)を満たすことが望ましい。

【数 2】

として構成されている。シリンドリカルレンズ 3 のパワーは、シリンドリカルレンズ 3 により形成される線像がポリゴンミラー 4 の反射面の近傍に位置するように定められている。

【0013】ポリゴンミラー 4 は、半導体レーザー 1 側から入射する光束を副走査方向に第 1 の分離角度 θ₁をもって反射させるよう配置されている。ポリゴンミラー 4 で反射された光束は、主走査方向にはほぼ平行光として、副走査方向には強い発散光として曲面ミラー 5 に入射する。曲面ミラー 5 のミラー面は、主走査方向、副走査方向共に正のパワーを有しており、光束を走査対象面 6 上に収束させる。

【0014】曲面ミラー 5 は、ポリゴンミラー 4 から入射する光束を副走査方向に第 2 の分離角度 θ₂をもって反射させるよう配置されている。曲面ミラー 5 の形状は、光軸を含む主走査方向の基準直線に対して副走査方向に非対称である。光束が副走査方向に所定の分離角度を持って曲面ミラーに入射する場合、曲面ミラー上での光束の軌跡は湾曲する。このため、曲面ミラーが基準直線に対して副走査方向に非対称であると、曲面ミラーに対する光束の副走査方向における入射角度が主走査方向における光軸からの距離に応じて変化する。この変化により、走査線湾曲を補正することができる。

【0015】f θ 特性の補正は、曲面ミラーへの入射角度とビームスポットの走査中心からの距離とがほぼ比例するようにすることで、これは主走査方向に負の歪曲差を与えることにより実現できる。面倒れ誤差は、光束を副走査方向においてポリゴンミラー 4 上で結像させると共に、ポリゴンミラーのミラー面と走査対象面 6 とをほぼ共役にすることにより補正することができる。このためにシリンドリカルレンズ 3 が設けられており、曲面ミラー 5 は副走査方向に強い正のパワーを有している。

【0016】曲面ミラーの形状は、主走査方向に y 軸、副走査方向に z 軸、これら 2 軸に直交する x 軸からなる三次元座標を設定し、y-z 平面からの x 軸方向のサグ量を、y 座標、z 座標の関数 f(y, z)として表すことにより規定される。関数 f(y, z)は、y および z に関する二次元の多項式で表現される。実施形態の曲面ミラーは、偏向器から曲面ミラーまでの距離を p として、以下の条件(1)を満たす。

【数 3】

$$0.005 < \left| \frac{\partial x}{\partial z} \Big|_{(y=0.8P, z=0)} - \frac{\partial x}{\partial z} \Big|_{(y=0, z=0)} \right| < 0.025 \quad \dots(1)$$

【0017】条件(1)のxのzによる偏微分の項は、曲面ミラー5の副走査方向の傾きを表し、したがって、条件(1)は、 $y=0$ (軸上)での傾きと $y=0.8P$ (周辺部)での傾きとの差、すなわち曲面ミラーのねじれの量を規定する。条件(1)を満たす場合に、走査線の湾曲を小さく抑えることができる。

$$x = f(y, z) = \frac{c(y^2 + z^2)}{1 + \sqrt{1 - (K+1)c^2(y^2 + z^2)}} + \sum_{n=0} \sum_{m=0} B_{m,n} \cdot y^m \cdot z^n \quad \dots(A)$$

【0019】ここで、上記の式(A)の右辺を以下の式(B)、(C)のように二分する。

【数5】

$$x_a = \frac{c(y^2 + z^2)}{1 + \sqrt{1 - (K+1)c^2(y^2 + z^2)}} \quad \dots(B)$$

$$x_b = \sum_{n=0} \sum_{m=0} B_{m,n} \cdot y^m \cdot z^n \quad \dots(C)$$

$$\frac{\partial}{\partial z} x_a = \frac{2cz}{1 + \sqrt{1 - (K+1)c^2(y^2 + z^2)}} - \frac{(y^2 + z^2)(K+1)c^3z}{\sqrt{1 - (K+1)c^2(y^2 + z^2)} \left\{ 1 + \sqrt{1 - (K+1)c^2(y^2 + z^2)} \right\}^2} \quad \dots(E)$$

$$\frac{\partial}{\partial z} x_b = \sum_{n=1} \sum_{m=0} B_{m,n} \cdot y^m \cdot n z^{n-1} \quad \dots(F)$$

【0022】上記の式(E)で $z=0$ の場合、すなわち光軸を通る基準直線上では、式(E)の値は0であるため、傾き(xのzによる偏微分)を求めるためには第2項(x_b のzによる偏微分)のみを考慮すれば足りる。したがって、この場合、傾きは以下の式(G)により求められる。

【数8】

$$\frac{\partial x}{\partial z} = \sum_{m=0} B_{m,1} \cdot y^m \quad \dots(G)$$

【0023】また、実施形態の光学系は、ポリゴンミラー4から曲面ミラー5までの距離をp、曲面ミラー5の近軸における主走査方向の実効上の曲率半径を r_m' として、以下の条件(2)を満たす。

$$0.2 < |p/r_m'| < 0.4 \quad \dots(2)$$

ただし、 r_m' は、曲面ミラーのx軸方向のサグ量を表す関数 $f(y, z)$ が、yおよびzに関する二次元の多項式で表現され、この多項式のyの二乗に関する係数を A_2 ($=B_{2,0}$)、曲面ミラーの近軸における主走査方向の曲

【0018】曲面ミラー5の形状(サグ量x)を表す関数 $f(y, z)$ は、以下の式(A)で表される。ただし、式中の記号cは曲面ミラーの光軸上での主走査方向の曲率($1/r_y$)、Kは円錐形数である。

【数4】

【0020】 $x = x_a + x_b$ であるため、以下の式(D)が成立する。

【数6】

$$\frac{\partial x}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} x_a + \frac{\partial}{\partial z} x_b \quad \dots(D)$$

【0021】式(D)の右辺の第1項(x_a のzによる偏微分)、第2項(x_b のzによる偏微分)は、それぞれ以下の式(E)、(F)のように展開できる。

【数7】

率半径を r_m として、 $1/r_m' = 1/r_m + 2A_2$ により求められる。

【0024】条件(2)は、曲面ミラーの位置とその曲率半径との関係を規定したものである。主走査方向の走査幅を一定とすると、ポリゴンミラーから曲面ミラーまでの距離Pが長いほど曲面ミラーのサイズは大きくなるため、光源から曲面ミラーまでの光学系を小型化するためには、間隔Pは小さいほど望ましい。一方、光学的な性能面から考えると、曲面ミラーの主走査方向の幅が大きいほど曲面ミラーによる収差補正の自由度は大きくなるため、間隔Pは大きい方が望ましい。条件(2)を満たすことにより、小型化と良好な性能とを両立させることができる。条件(2)の下限を下回る場合には、良好な性能が得られず、上限を越える場合には、光学系全体が大型化する。

【0025】間隔Pが比較的長い場合、曲面ミラー5への入射光は一般的なfθレンズを用いる場合と同様に平行光とすることができる。この場合、曲面ミラー5の主

走査方向のパワーは、平行光を走査対象面上に収束させる作用と収差補正作用とを全て負担することとなる。間隔Pが短くなると、曲面ミラーが主走査方向において平行光を走査対象面上に収束させるパワーを持つのみでは収差の補正が困難となる。そこで、このような場合には、曲面ミラーに入射する光束を発散光とし、平行光を収束させるより強い正のパワーを曲面ミラーに持たせることができる。

【0026】曲面ミラーに入射する光束を発散光とするためには、上記のシリンドリカルレンズに代えて主走査方向に負のパワーを持つトーリックレンズを用いる構成、ポリゴンミラーのミラー面を主走査方向に負のパワーを持つ円筒面とする構成が採用できる。

【0027】

【実施例】以下、上述した実施形態の要件を満たす具体的な実施例を3例説明する。実施例1は、描画性能を重視してポリゴンミラーから曲面ミラーまでの距離Pを比較的長く設定した例、実施例3はコンパクトさを重視して上記の距離Pを比較的短く設定した例、そして、第2の実施例はこれらの中間を示す例である。なお、すべての実施例において、光軸上でのポリゴンミラーにおける第1の分離角度 θ_1 は4.0°、曲面ミラーにおける第2の分離角度 θ_2 は7.0°である。

【0028】

【実施例1】図1は、実施例1にかかる反射型走査光学系の主走査方向の説明図、図2はその副走査方向の説明図である。実施例1の光学系は、半導体レーザー1、コリメートレンズ2、シリンドリカルレンズ3、ポリゴン

$B_{\lambda,n}$	n=0	n=1	n=2	n=3	n=4
m=0	0.00	0.00	-2.93E-03	0.00	2.60E-07
m=2	-8.77E-06	3.14E-06	-6.70E-08	0.00	1.80E-11
m=4	7.80E-09	-2.50E-10	1.60E-12	0.00	0.00
m=6	-5.18E-13	1.36E-13	-1.70E-16	0.00	0.00
m=8	1.04E-16	-2.50E-17	-2.10E-19	0.00	0.00
m=10	-7.12E-21	1.49E-21	3.40E-23	0.00	0.00
m=12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

【0034】図3は、実施例1の構成による反射型走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の副走査方向の湾曲を示す。各グラフの縦軸は像高(描画面5での光軸からの主走査方向の距離)、横軸は各収差の発生量であり、単位は全てmmである。

【0035】

【実施例2】図4は、実施例2にかかる反射型走査光学系の主走査方向の説明図、図5はその副走査方向の説明図である。実施例2の光学系は、半導体レーザー1、コリメートレンズ2、トーリックレンズ3a、ポリゴンミラー4、曲面ミラー5aから構成されている。この例では、トーリックレンズ3aが主走査方向に弱い負のパワーを有する。したがって、曲面ミラー5aへの入射光は

ミラー4、曲面ミラー5から構成され、曲面ミラー5への入射光は主走査方向においては平行光、副走査方向においては発散光である。

【0029】表1は、実施例1にかかる反射型走査光学系のシリンドリカルレンズ3より走査対象面6側の構成を示している。表中の記号ryは主走査方向の曲率半径、rzは副走査方向の曲率半径、dは面間の光軸上の距離、nは波長780nmでの屈折率である。

【0030】表中、面番号1、2がシリンドリカルレンズ3、面番号3がポリゴンミラー4、面番号4が曲面ミラー5を示す。表1における曲面ミラーの主走査方向の曲率半径ryは、光軸上の曲率半径である。

【0031】曲面ミラー5の形状は、前述の式(A)により規定される。実施例1では、式(A)中の円錐係数K=0、曲率 $c=1/ry=-3.69E-03$ であり、係数 $B_{\lambda,n}$ の値は表2に示される。なお、表記Eは、10を基数、Eの右の数字を指数とする累乗を表しており、例えば前記の曲率の値「-3.69E-03」は「-0.00369」を意味する。

【0032】

【表1】

面番号	ry	rz	d	n
1	∞	55.424	2.000	1.48617
2	∞	∞	113.000	
3	∞	∞	84.000	
4	-270.910	*	135.455	

【0033】

【表2】

主走査方向においては弱い発散光、副走査方向においては強い発散光である。

【0036】表3は、実施例2にかかる反射型走査光学系のトーリックレンズ3aより走査対象面6側の構成を示す。表中、面番号1、2がトーリックレンズ3a、面番号3がポリゴンミラー4、面番号4が曲面ミラー5aを示す。

【0037】曲面ミラー5aの形状は、前述の式(A)により規定される。実施例2では、式(A)中の円錐係数K=0、曲率 $c=1/ry=-4.38E-03$ であり、係数 $B_{\lambda,n}$ の値は表4に示される。

【0038】

【表3】

面番号	ry	rz	d	n
-----	----	----	---	---

9

10

1	-80.000	55.424	2.000	1.48617
2	∞	∞	113.000	
3	∞	∞	70.000	

4	-228.200	*	169.547
---	----------	---	---------

【0039】

【表4】

$B_{m,n}$	n=0	n=1	n=2	n=3	n=4
m=0	0.00	0.00	-2.80E-03	0.00	-5.20E-07
m=2	-1.30E-05	3.80E-06	-7.20E-08	0.00	-3.00E-11
m=4	1.80E-08	1.20E-10	7.60E-12	0.00	-1.40E-14
m=6	-6.00E-13	-8.80E-14	1.30E-15	0.00	-7.00E-19
m=8	2.50E-16	2.50E-17	-2.10E-18	0.00	2.30E-21
m=10	-5.00E-20	-2.60E-21	3.90E-22	0.00	0.00
m=12	3.50E-24	0.00	0.00	0.00	0.00

【0040】図6は、実施例2の構成による反射型走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の副走査方向の湾曲を示す。

【0041】

【実施例3】図7は、実施例3にかかる反射型走査光学系の主走査方向の説明図、図8はその副走査方向の説明図である。実施例3の光学系は、半導体レーザー1、コリメートレンズ2、トーリックレンズ3b、ポリゴンミラー4a、曲面ミラー5bから構成されている。この例では、トーリックレンズ3bが主走査方向に弱い負のパワーを有すると共に、ポリゴンミラー4aのミラー面が主走査方向に負のパワーを持つシリンドリカル面として形成されている。したがって、曲面ミラー5bへの入射光は主走査方向においては弱い発散光、副走査方向においては強い発散光となる。

【0042】表5は、実施例3にかかる反射型走査光学系のトーリックレンズ3bより走査対象面6側の構成を

$B_{m,n}$	n=0	n=1	n=2	n=3	n=4
m=0	0.00	0.00	-2.97E-03	8.25E-06	5.10E-07
m=2	-1.60E-05	3.90E-06	-7.99E-08	4.05E-09	7.00E-11
m=4	3.10E-08	1.40E-09	-1.24E-12	-1.10E-12	1.00E-14
m=6	-8.20E-13	-9.50E-13	2.40E-14	-6.30E-16	2.00E-17
m=8	4.00E-16	3.00E-16	-1.55E-17	3.70E-19	1.40E-20
m=10	-1.20E-19	-3.60E-20	2.82E-21	0.00	0.00
m=12	1.25E-23	0.00	0.00	0.00	0.00

【0046】図9は、実施例3の構成による反射型走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の副走査方向の湾曲を示す。

【0047】次に、上述した各実施例と条件(1)との関係を表7、条件(2)との関係を表8に示す。いずれの実施例も、条件(1)、(2)を満たしている。

【0048】

【表7】

	r	B(2,0)	rm'	P/rm'
実施例1	-270.910	-8.77E-06	-269.629	0.312
実施例2	-228.200	-1.30E-05	-226.854	0.309
実施例3	-201.750	-1.60E-05	-200.456	0.299

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれ

示す。表中、面番号1、2がトーリックレンズ3b、面番号3がポリゴンミラー4a、面番号4が曲面ミラー5bを示す。

【0043】曲面ミラー5bの形状は、前述の式(A)により規定される。実施例3では、式(A)中の円錐係数K=0、曲率c=1/ry=-4.96E-03であり、係数 $B_{m,n}$ の値は表6に示される。

【0044】

【表5】

面番号	ry	rz	d	n
1	-85.100	55.958	2.000	1.48617
2	∞	∞	113.000	
3	600.000	∞	60.000	
4	-201.750	*	196.490	

【0045】

【表6】

	P	0.8P	a 条件(1)
実施例1	84	67.2	0.017
実施例2	70	56.0	0.012
実施例3	60	48.0	0.011

【0049】

【表8】

ば、曲面ミラーに主走査、副走査の両方向において正のパワーを持たせると共に、その形状を光軸を通る基準直

50

線を境に副走査方向に非対称とすることにより、偏向器より像面側に 1 枚の曲面ミラーを用いるのみで良好な光学的性能を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施例 1 の反射型走査光学系の主走査方向の説明図である。

【図 2】 実施例 1 の反射型走査光学系の副走査方向の説明図である。

【図 3】 実施例 1 の反射型走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の副走査方向の湾曲を示すグラフである。

【図 4】 実施例 2 の反射型走査光学系の主走査方向の説明図である。

【図 5】 実施例 2 の反射型走査光学系の副走査方向の説明図である。

【図 6】 実施例 2 の反射型走査光学系の(A)直線性誤

差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の副走査方向の湾曲を示すグラフである。

【図 7】 実施例 3 の反射型走査光学系の主走査方向の説明図である。

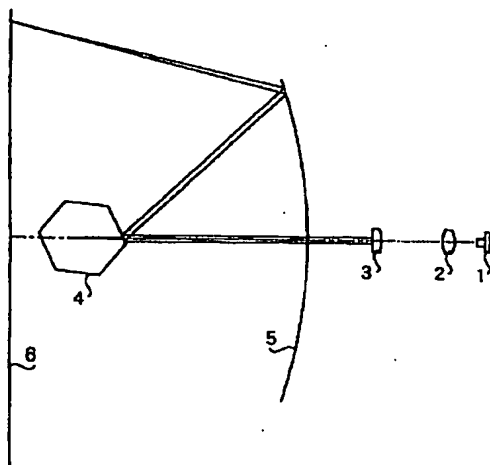
【図 8】 実施例 3 の反射型走査光学系の副走査方向の説明図である。

【図 9】 実施例 3 の反射型走査光学系の(A)直線性誤差、(B)主走査方向、副走査方向の像面湾曲、(C)走査線の副走査方向の湾曲を示すグラフである。

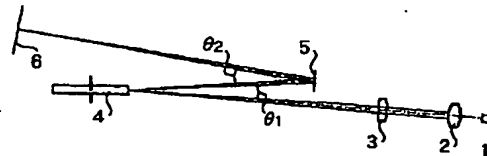
【符号の説明】

- 1 半導体レーザー
- 2 コリメートレンズ
- 3 シリンドリカルレンズ
- 4 ポリゴンミラー
- 5 曲面ミラー
- 6 走査対象面

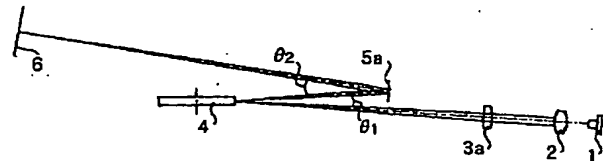
【図 1】



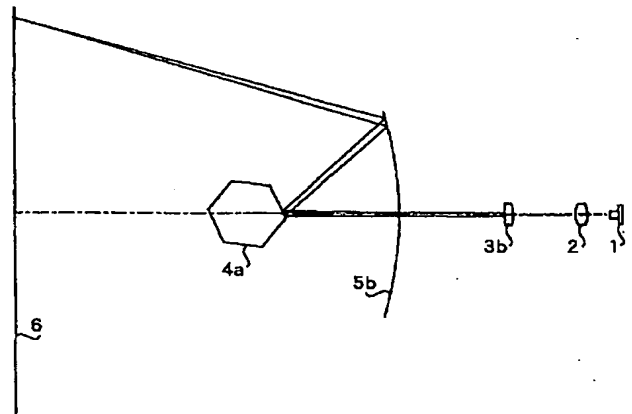
【図 2】



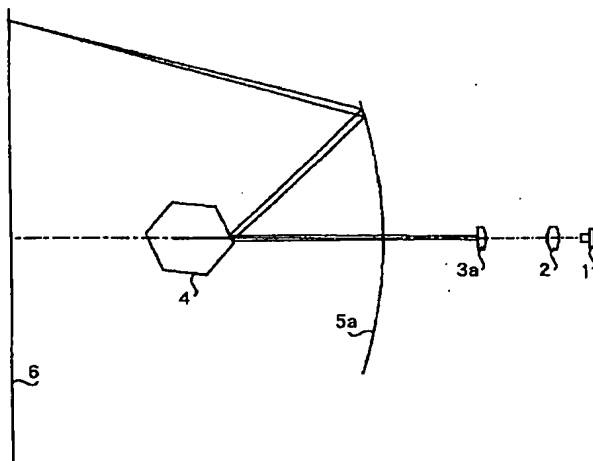
【図 5】



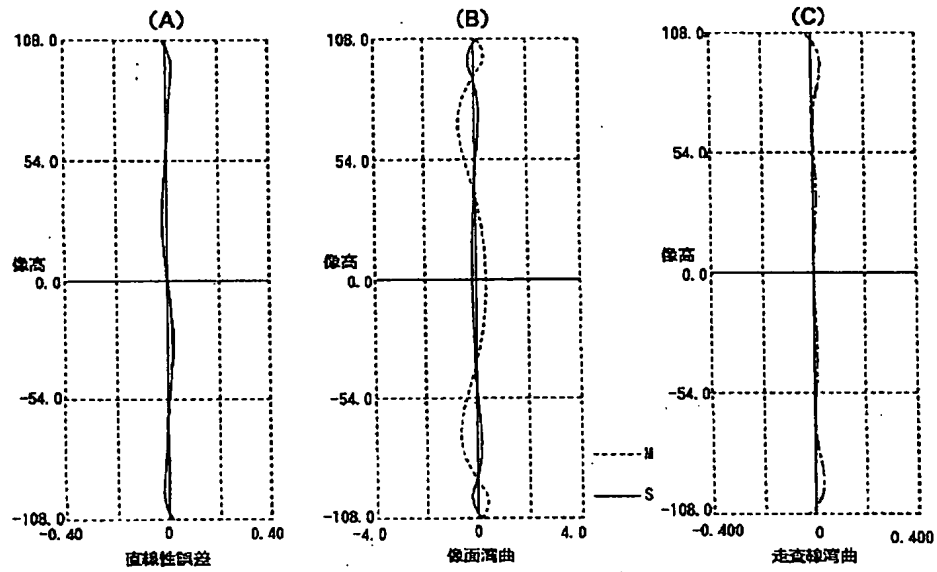
【図 7】



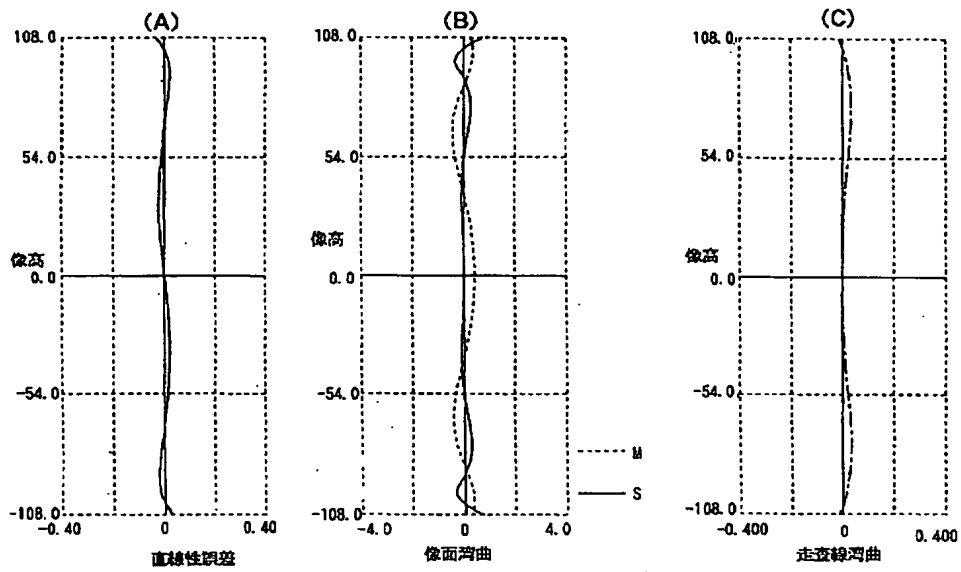
【図 4】



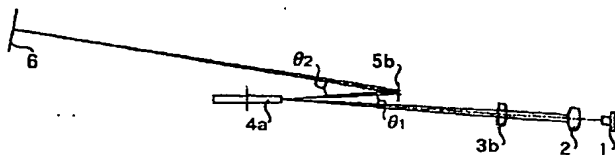
【図3】



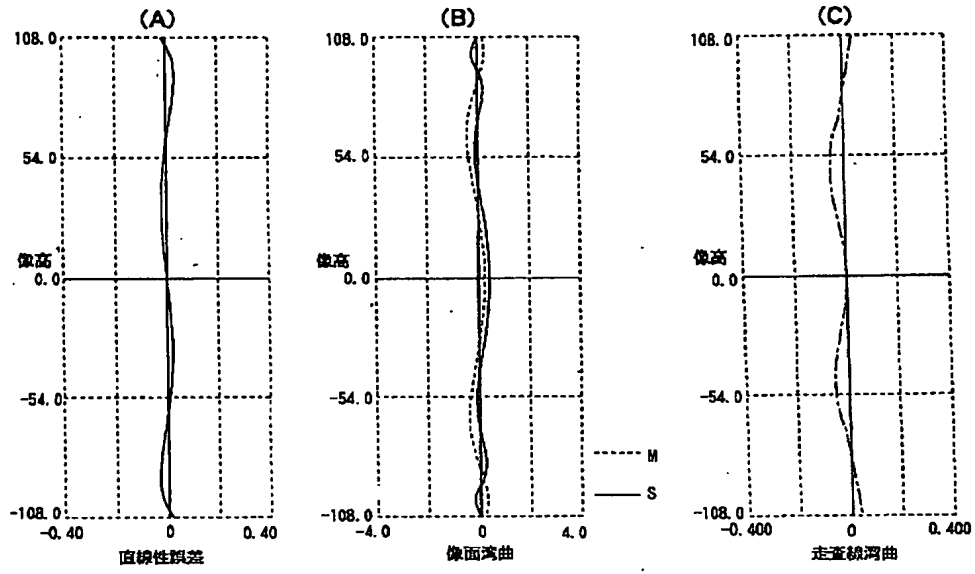
【図6】



【図8】



【図9】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-030710

(43)Date of publication of application : 02.02.1999

(51)Int.Cl.

G02B 5/10

G02B 26/10

G02B 26/10

H04N 1/113

(21)Application number : 09-202246

(71)Applicant : ASAHI OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 11.07.1997

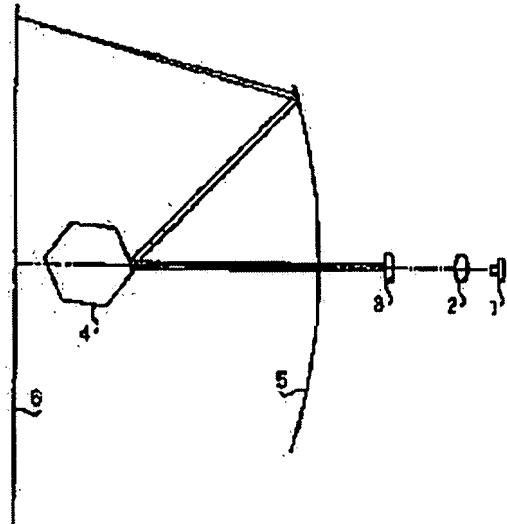
(72)Inventor : IIZUKA TAKAYUKI

(54) REFLECTION TYPE SCANNING OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provided the reflection type optical system which can obtain excellent optical performance by one curved surface mirror.

SOLUTION: The luminous flux emitted by a semiconductor laser 1 is deflected by a polygon mirror 4 for scanning and the deflected luminous flux is imaged by one curved surface mirror 5 on a scanned object surface 6. The curved surface mirror 5 has positive power in both the directions of horizontal scanning and vertical scanning and is so arranged as to reflect the luminous flux which is made incident from the polygon mirror 4 at a specific angle of separation to the vertical scanning direction. The curved surface mirror is asymmetrical in the vertical scanning direction about the reference straight line of the horizontal scanning direction including the optical axis.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 02.08.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3620767

[Date of registration] 26.11.2004

[Number of appeal against examiner's decision of 2002-016777]

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 02.09.2002

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the scan optical system which carries out image formation of the flux of light which deflects the flux of light emitted from the light source with deflecting system, was made to scan it, and was deflected on the field for a scan by one curved-surface mirror said curved-surface mirror It has forward power in a main scanning direction and the direction of vertical scanning, and it is arranged so that the flux of light which carries out incidence from said deflecting system may be reflected in the direction of vertical scanning with a predetermined separation include angle. The configuration of said curved-surface mirror Reflective mold scan optical system characterized by being unsymmetrical in the direction of vertical scanning to the criteria straight line of a main scanning direction including an optical axis.

[Claim 2] Said curved-surface mirror is reflective mold scan optical system according to claim 1 characterized by being formed so that whenever [in the direction of vertical scanning / incident angle] may change according to the distance from the optical axis in a main scanning direction.

[Claim 3] The three-dimensions coordinate which consists of a x axis which intersects perpendicularly with the y-axis in a main scanning direction, and intersects perpendicularly in the direction of vertical scanning the z-axis and biaxial [these] is set up. Reflective mold scan optical system according to claim 1 which sets distance from said deflecting system to said curved-surface mirror to p, and is characterized by fulfilling the following conditions (1) in case the amount of sags of the direction of a x axis from the y-z flat surface showing the configuration of said curved-surface mirror is expressed as a function f of a y-coordinate and a z-coordinate (y, z).

[Equation 1]

$$0.005 < \left| \frac{\partial x}{\partial z} \Big|_{(y=0.8P, z=0)} - \frac{\partial x}{\partial z} \Big|_{(y=0, z=0)} \right| < 0.025 \quad \dots(1)$$

[Claim 4] Reflective mold scan optical system according to claim 3 characterized by expressing the function f showing the amount of sags of the direction of a x axis of said curved-surface mirror (y, z) by the 2-dimensional polynomial about y and z.

[Claim 5] Reflective mold scan optical system according to claim 3 to which the flux of light which emits from said light source and carries out incidence to said deflecting system is characterized by being parallel light in a main scanning direction.

[Claim 6] Reflective mold scan optical system according to claim 3 to which the flux of light which emits from said light source and carries out incidence to said deflecting system is characterized by

'being emission light in a main scanning direction.

[Claim 7] Said deflecting system is reflective mold scan optical system according to claim 3 characterized by being a polygon mirror and the reflector being a curved surface.

[Claim 8] The reflector of said polygon mirror is reflective mold scan optical system according to claim 7 characterized by being the cylindrical side which has curvature in a main scanning direction.

[Claim 9] Reflective mold scan optical system according to claim 3 which makes rm' the radius of curvature on the efficiency of a main scanning direction [in / for the distance from said deflecting system to said curved-surface mirror / the paraxial of p and said curved-surface mirror], and is characterized by fulfilling the following conditions (2).

$0.2 < |p/rm'| < 0.4$ -- (2), however rm' The function f showing the amount of sags of the direction of a x axis of said curved-surface mirror (y, z) is expressed by the 2-dimensional polynomial about y and z , and the radius of curvature of a main scanning direction [in / for the multiplier about the square of y of this polynomial / the paraxial of $A2$ and a curved-surface mirror] is set to rm .

$1/rm' = 1/rm + 2A2$ ask.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the reflective mold scan optical system which has arranged only one curved-surface mirror from deflecting system to the image surface side especially about the scan optical system used for equipments, such as a laser beam printer.

[0002]

[Description of the Prior Art] This kind of reflective mold scan optical system is indicated by JP,62-253116,A. In the scan optical system indicated by this official report, the flux of light emitted from the light source is reflected and deflected by the polygon mirror in the same field as this flux of light, is reflected in the direction which intersects a scanning direction by the curved-surface mirror, and a photoconductor drum is reached. The configuration of a curved-surface mirror is formed from the center in consideration of the curve of the direction of light scanning of a mirror so that whenever [incident angle] may become large gradually toward the circumference, so that a locus with the linear flux of light may be drawn by photo conductor drum lifting.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the scan optical system indicated by the official report mentioned above, since a curved-surface mirror does not have power in the field of the direction of vertical scanning as shown in the Fig. 2, there is a problem that the degree of freedom of a design is low and it is difficult to obtain the good optical engine performance. That is, in order to give the function replaced with f_{θ} lens used for one curved-surface mirror by the

usual scan optical system, it is necessary to give the curvature-of-field amendment effectiveness of the distortion aberration for realizing ftheta property, a main scanning direction, and the direction of vertical scanning to a curved-surface mirror at least. Moreover, when using a polygon mirror, the function for amending the field failure error (inclination error of the direction of vertical scanning of a reflector) is also required. Among these, at least for amendment with the curvature of field of the direction of vertical scanning, and a field failure error, it becomes indispensable that a curved-surface mirror has power also in the direction of vertical scanning.

[0004] This invention is made in view of the technical problem of the conventional technique mentioned above, and aims at offering the reflective mold scan optical system which can obtain the good optical engine performance by one curved-surface mirror.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order for the reflective mold scan optical system concerning this invention to make the above-mentioned purpose attain, In the scan optical system which carries out image formation of the flux of light which deflects the flux of light emitted from the light source with deflecting system, was made to scan it, and was deflected on the field for a scan by one curved-surface mirror The forward power of the both directions of horizontal scanning and vertical scanning is given to a curved-surface mirror, it arranges so that the flux of light which carries out incidence from deflecting system may be reflected in the direction of vertical scanning with a predetermined separation include angle, and it is characterized by making the configuration of a curved-surface mirror unsymmetrical in the direction of vertical scanning to the criteria straight line of a main scanning direction including an optical axis.

[0006] The three-dimensions coordinate which consists of a x axis where the y-axis and a curved-surface mirror intersect at right angles in a main scanning direction, and intersects perpendicularly in the direction of vertical scanning the z-axis and biaxial [these] is set up. In case the amount of sags of the direction of a x axis from the y-z flat surface showing the configuration of a curved-surface mirror carries out to the function f of a y-coordinate and a z-coordinate (y, z), for example, the 2-dimensional polynomial about y and z, and it is expressed, it is desirable to fulfill the following conditions (1), using distance from deflecting system to a curved-surface mirror as p.

[Equation 2]

$$0.005 < \left| \frac{\partial x}{\partial z} \Big|_{(y=0.8P, z=0)} - \frac{\partial x}{\partial z} \Big|_{(y=0, z=0)} \right| < 0.025 \quad \dots(1)$$

[0007] The flux of light which emits from the light source and carries out incidence to deflecting system is parallel light or emission light in a main scanning direction. Deflecting system is a polygon mirror and the reflector is a cylindrical side which has curvature in a flat surface or a main scanning direction.

[0008] Moreover, it is desirable to fulfill the following conditions (2), using the radius of curvature on the efficiency of a main scanning direction [in / for the distance from deflecting system to a curved-surface mirror / the paraxial of p and a curved-surface mirror] as rm'.

$0.2 < |p/rm'| < 0.4$ -- (2), however rm' The function f showing the amount of sags of the direction of a x axis of a curved-surface mirror (y, z) is expressed by the 2-dimensional polynomial about y and z, and the radius of curvature of a main scanning direction [in / for the multiplier about the square of y of this polynomial / the paraxial of A2 and a curved-surface mirror] is set to rm. $1/rm' = 1/rm + 2A2$ ask.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of the scan optical system concerning this invention is explained. The scan optical system of an operation gestalt is used as scan optical system of a laser beam printer. The scan optical system of an operation gestalt is constituted as shown in drawing 1 and drawing 2 . Drawing 1 is the explanatory view of a main

scanning direction, and drawing 2 is the explanatory view of the direction of vertical scanning.

[0010] The flux of light emitted from the semiconductor laser 1 which is the light source is made into parallel light with a collimate lens 2, it is completed in the direction of vertical scanning by the cylindrical lens 3 which has forward power only in the direction of vertical scanning, and incidence of it is carried out to the polygon mirror 4 which is deflecting system. It is reflected by the curved-surface mirror 5 as image formation optical system, and the flux of light reflected by the reflector of the polygon mirror 4 forms the beam spot on the fields 6 for a scan, such as a photo conductor drum. The beam spot scans the field 6 top for a scan to a main scanning direction with rotation of the polygon mirror 4.

[0011] In addition, "the optical axis of optical system" is defined by this specification as a shaft which is in agreement with the chief ray of the flux of light at the time of the spot on the field 6 for a scan reaching focusing on a scan. Moreover, the direction where a "main scanning direction" corresponds in a field perpendicular to the optical axis of optical system in the scanning direction of the spot on the field for a scan, and the "direction of vertical scanning" are defined as a direction which intersects perpendicularly in a field perpendicular to the optical axis of optical system in a main scanning direction.

[0012] The cylinder side where, as for a cylindrical lens 3, the lens side by the side of a collimate lens 2 has forward power only in the direction of vertical scanning, and the lens side by the side of the polygon mirror 4 are constituted as a flat surface. The power of a cylindrical lens 3 is set that the line image formed of a cylindrical lens 3 is located near the reflector of the polygon mirror 4.

[0013] The polygon mirror 4 is arranged so that the flux of light which carries out incidence may be reflected in the direction of vertical scanning with the 1st separation include angle θ_1 from a semiconductor laser 1 side. Incidence of the flux of light reflected by the polygon mirror 4 is carried out to the curved-surface mirror 5 in a main scanning direction as an emission light almost strong against the direction of vertical scanning as a parallel light. The main scanning direction and the direction of vertical scanning have forward power, and the mirror side of the curved-surface mirror 5 completes the flux of light on the field 6 for a scan.

[0014] The curved-surface mirror 5 is arranged so that the flux of light which carries out incidence may be reflected in the direction of vertical scanning with the 2nd separation include angle θ_2 from the polygon mirror 4. The configuration of the curved-surface mirror 5 is unsymmetrical in the direction of vertical scanning to the criteria straight line of a main scanning direction including an optical axis. When the flux of light carries out incidence to a curved-surface mirror with a predetermined separation include angle in the direction of vertical scanning, the locus of the flux of light on a curved-surface mirror curves. For this reason, whenever [in the direction of vertical scanning of the flux of light / as opposed to / to a criteria straight line / being unsymmetrical in the direction of vertical scanning / a curved-surface mirror in a curved-surface mirror / incident angle] changes according to the distance from the optical axis in a main scanning direction. This change can amend a scanning-line curve.

[0015] Amendment of θ property is making it whenever [to a curved-surface mirror / angle-of-incidence] be proportional to the distance from the scan core of the beam spot mostly, and this can be realized by giving negative distortion aberration to a main scanning direction. A field failure error can be amended by making conjugate mostly the mirror side and the field 6 for a scan of a polygon mirror while carrying out image formation of the flux of light on the polygon mirror 4 in the direction of vertical scanning. For this reason, the cylindrical lens 3 is formed and the curved-surface mirror 5 has forward power strong against the direction of vertical scanning.

[0016] The configuration of a curved-surface mirror sets up the three-dimensions coordinate which consists of a x axis where it intersects perpendicularly with the y-axis in a main scanning direction, and it intersects perpendicularly in the direction of vertical scanning the z-axis and biaxial [these], and is prescribed by by expressing the amount of sags of the direction of a x axis from a y-z flat surface as a function f of a y-coordinate and a z-coordinate (y, z). Function f (y, z) is expressed by

the 2-dimensional polynomial about y and z. The curved-surface mirror of an operation gestalt sets distance from deflecting system to a curved-surface mirror to p, and fulfills the following conditions (1).

[Equation 3]

$$0.005 < \left| \frac{\partial x}{\partial z} (y=0.8P, z=0) - \frac{\partial x}{\partial z} (y=0, z=0) \right| < 0.025 \quad \dots(1)$$

[0017] The term of the partial differential by z of x of conditions (1) expresses the inclination of the direction of vertical scanning of the curved-surface mirror 5, therefore conditions (1) specify the amount of the difference of the inclination of y=0 (on a shaft), and the inclination of y=0.8P (periphery), i.e., torsion of a curved-surface mirror. When fulfilling conditions (1), the curve of the scanning line can be suppressed small.

[0018] The function f(y, z) showing the configuration (the amount x of sags) of the curved-surface mirror 5 is expressed with the following formulas (A). However, the notation c in a formula is the curvature (1/ry) of the main scanning direction on the optical axis of a curved-surface mirror, and K is a cone number.

[Equation 4]

$$x = f(y, z) = \frac{c(y^2 + z^2)}{1 + \sqrt{1 - (K + 1)c^2(y^2 + z^2)}} + \sum_{n=0} \sum_{m=0} B_{m,n} \cdot y^m \cdot z^n \quad \dots(A)$$

[0019] Here, the right-hand side of the above-mentioned formula (A) is bisected as shown in the following formulas (B) and (C).

[Equation 5]

$$x_a = \frac{c(y^2 + z^2)}{1 + \sqrt{1 - (K + 1)c^2(y^2 + z^2)}} \quad \dots(B)$$

$$x_b = \sum_{n=0} \sum_{m=0} B_{m,n} \cdot y^m \cdot z^n \quad \dots(C)$$

[0020] Since it is $x = x_a + x_b$, the following formulas (D) are materialized.

[Equation 6]

$$\frac{\partial x}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} x_a + \frac{\partial}{\partial z} x_b \quad \dots(D)$$

[0021] The 1st term (partial differential by z of x_a) of the right-hand side of a formula (D) and the 2nd term (partial differential by z of x_b) can be developed like the following formulas (E) and (F), respectively.

[Equation 7]

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial z} x_a &= \frac{2cz}{1 + \sqrt{1 - (K + 1)c^2(y^2 + z^2)}} \\ &- \frac{(y^2 + z^2)(K + 1)c^3z}{\sqrt{1 - (K + 1)c^2(y^2 + z^2)} \left\{ 1 + \sqrt{1 - (K + 1)c^2(y^2 + z^2)} \right\}^2} \quad \dots(E) \end{aligned}$$

$$\frac{\partial}{\partial z} x_b = \sum_{n=1} \sum_{m=0} B_{m,n} \cdot y^m \cdot n z^{n-1} \quad \dots(F)$$

[0022] On the criteria straight line which passes by the above-mentioned formula (E) in the case of $z=0$ (i.e., an optical axis), since the value of a formula (E) is 0, if only the 2nd term (partial differential by z of x) is taken into consideration in order to ask for an inclination (partial differential by z of x), it is sufficient for it. Therefore, an inclination is called for by the following formulas (G) in this case.

[Equation 8]

$$\frac{\partial x}{\partial z} = \sum_{m=0} B_{m,1} \cdot y^m \cdots (G)$$

[0023] Moreover, the optical system of an operation gestalt makes rm' the radius of curvature on the efficiency of a main scanning direction [in / for the distance from the polygon mirror 4 to the curved-surface mirror 5 / the paraxial of p and the curved-surface mirror 5], and fulfills the following conditions (2).

$0.2 < |p/rm'| < 0.4$ -- (2), however rm' The function f showing the amount of sags of the direction of a x axis of a curved-surface mirror (y, z) is expressed by the 2-dimensional polynomial about y and z . $1/rm' = 1/rm + 2A_2$ ask by setting the radius of curvature of a main scanning direction [in / for the multiplier about the square of y of this polynomial / the paraxial of A_2 ($=B-2, 0$) and a curved-surface mirror] to rm .

[0024] Conditions (2) specify the relation of the location and radius of curvature of a curved-surface mirror. Since the size of a curved-surface mirror will become large so that the distance P from a polygon mirror to a curved-surface mirror is long if swath width of a main scanning direction is set constant, in order to miniaturize the optical system from the light source to a curved-surface mirror, spacing P is so desirable that it is small. Since the degree of freedom of the aberration amendment by the curved-surface mirror will become large on the other hand so that the width of face of the main scanning direction of a curved-surface mirror is large if it thinks from an optical engine-performance side, the larger one of spacing P is desirable. A miniaturization and the good engine performance can be reconciled by fulfilling conditions (2). In not obtaining the engine performance good when less than the minimum of conditions (2) but exceeding an upper limit, it enlarges the whole optical system.

[0025] It can consider as parallel light like the case where spacing P uses f theta lens with the common incident light to the curved-surface mirror 5 when comparatively long. In this case, the power of the main scanning direction of the curved-surface mirror 5 will pay all of the operation which completes parallel light on the field for a scan, and an aberration amendment operation. If spacing P becomes short, it will become difficult only by having the power which completes parallel light on the field for a scan in a main scanning direction to amend [of aberration] a curved-surface mirror. Then, strong forward power can be given to a curved-surface mirror rather than in such a case it makes into emission light the flux of light which carries out incidence to a curved-surface mirror and completes parallel light.

[0026] In order to make into emission light the flux of light which carries out incidence to a curved-surface mirror, the configuration using the toric lens which replaces with the above-mentioned cylindrical lens and has negative power in a main scanning direction, and the configuration which makes the mirror side of a polygon mirror the cylinder side which has negative power in a main scanning direction are employable.

[0027]

[Example] Three concrete examples with which the requirements for the operation gestalt mentioned above are filled hereafter are explained. The example which the example 1 thought the drawing engine performance as important and set up comparatively long the distance P from a polygon mirror to a curved-surface mirror, the example which the example 3 thought compactness as important and set up the above-mentioned distance P comparatively short, and the 2nd example are examples which show these middle. In addition, in all examples, the 2nd separation include angle

[in / in the 1st separation include angle theta 1 in the polygon mirror on an optical axis / 4.0 degrees and a curved-surface mirror] theta 2 is 7.0 degrees.

[0028]

[Example 1] The explanatory view of the main scanning direction of the reflective mold scan optical system which drawing 1 requires for an example 1, and drawing 2 are the explanatory views of the direction of vertical scanning. The optical system of an example 1 consists of semiconductor laser 1, a collimate lens 2, a cylindrical lens 3, a polygon mirror 4, and a curved-surface mirror 5, and the incident light to the curved-surface mirror 5 is emission light in the direction of parallel light and vertical scanning in a main scanning direction.

[0029] Table 1 shows the configuration by the side of the field 6 for a scan from the cylindrical lens 3 of the reflective mold scan optical system concerning an example 1. For the notation ry of front Naka, the radius of curvature of a main scanning direction and rz are [the distance on a face-to-face optical axis and n of the radius of curvature of the direction of vertical scanning and d] refractive indexes with a wavelength of 780nm.

[0030] The polygon mirror 4 and the field number 4 show [front Naka and the field numbers 1 and 2 / a cylindrical lens 3 and the field number 3] the curved-surface mirror 5. The radius of curvature ry of the main scanning direction of the curved-surface mirror in Table 1 is radius of curvature on an optical axis.

[0031] The configuration of the curved-surface mirror 5 is prescribed by the above-mentioned formula (A). In the example 1, it is the constant of the cone $K=0$ in a formula (A), and curvature $c=1/ry=-3.69E-03$, and the value of multipliers B_m and n is shown in Table 2. In addition, Notation E expresses the power which makes a characteristic the figure the base and on the right of E for 10, for example, the value $-3.69E-03$ of the aforementioned curvature means -0.00369 .

[0032]

[Table 1]

Field number ry rz d n1 infinity 55.424 2.000 1.486172 infinity infinity 113.0003 infinity infinity 84.0004 -270.910 * 135.455 [0033]

[Table 2]

$B_{m,n}$ n=0 n=1 n=2 n=3 n=4m= 0 0.00 0.00 -2.93E-03 0.00 2.60E-07m= 2 -8.77E-06 3.14E-06 -6.70E-08 0.00 1.80E-11m= 4 7.80E-09 -2.50E-10 1.60E-12 0.00 0.00m= 6 -5.18E-13 1.36E-13 -1.70E-16 0.00 0.00m=8 1.04E-16 -2.50E-17 -2.10E-19 0.00 0.00m=10 -7.12E-21 1.49E-21 3.40E-23 0.00 0.00m=12 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 [0034] Drawing 3 shows the curvature of field of the (A) linearity error of the reflective mold scan optical system by the configuration of an example 1, the (B) main scanning direction, and the direction of vertical scanning, and the curve of the direction of vertical scanning of (C) scanning line. The axis of ordinate of each graph is image quantity (distance of the main scanning direction from the optical axis in a drawing surface 5), an axis of abscissa is the yield of each aberration, and all units are mm(s).

[0035]

[Example 2] The explanatory view of the main scanning direction of the reflective mold scan optical system which drawing 4 requires for an example 2, and drawing 5 are the explanatory views of the direction of vertical scanning. The optical system of an example 2 consists of semiconductor laser 1, a collimate lens 2, toric lens 3a, a polygon mirror 4, and curved-surface mirror 5a. In this example, toric lens 3a has weak negative power in a main scanning direction. Therefore, the incident light to curved-surface mirror 5a is a strong emission light in a weak emission light and the direction of vertical scanning in a main scanning direction.

[0036] Table 3 shows the configuration by the side of the field 6 for a scan from toric lens 3a of the reflective mold scan optical system concerning an example 2. The polygon mirror 4 and the field number 4 show [front Naka and the field numbers 1 and 2 / toric lens 3a and the field number 3] curved-surface mirror 5a.

[0037] The configuration of curved-surface mirror 5a is prescribed by the above-mentioned formula

(A). In the example 2, it is the constant of the cone $K = 0$ in a formula (A), and curvature $c = 1/ry = -4.38E-03$, and the value of multipliers B_m and n is shown in Table 4.

[0038]

[Table 3]

Field number ry rz d n1 -80.000 55.424 2.000 1.486172 infinity infinity 113.0003 infinity infinity
70.0004 -228.200 * 169.547 [0039]

[Table 4]

B_m, n n=0 n=1 n=2 n=3 n=4m= 0 0.00 0.00 -2.80E-03 0.00 -5.20E-07m= 2 -1.30E-05 3.80E-06 -
7.20E-08 0.00 -3.00E-11m= 4 1.80E-08 1.20E-10 7.60E-12 0.00 -1.40E-14m= 6 -6.00E-13 -8.80E-
14 1.30 [E-15] 0.00-7.00E-19m=8 2.50E-16 2.50E-17 -2.10E-18 0.00 2.30E-21m=10-5.00E-20 -
2.60E-21 3.90E-22 0.00 0.00m=12 3.50E-24 0.00 0.00 0.00 0.00 [0040] Drawing 6 shows the
curvature of field of the (A) linearity error of the reflective mold scan optical system by the
configuration of an example 2, the (B) main scanning direction, and the direction of vertical scanning,
and the curve of the direction of vertical scanning of (C) scanning line.

[0041]

[Example 3] The explanatory view of the main scanning direction of the reflective mold scan optical system which drawing 7 requires for an example 3, and drawing 8 are the explanatory views of the direction of vertical scanning. The optical system of an example 3 consists of semiconductor laser 1, a collimate lens 2, toric lens 3b, polygon mirror 4a, and curved-surface mirror 5b. In this example, while toric lens 3b has weak negative power in a main scanning direction, it is formed as a cylindrical side where the mirror side of polygon mirror 4a has negative power in a main scanning direction. Therefore, the incident light to curved-surface mirror 5b turns into a strong emission light in a weak emission light and the direction of vertical scanning in a main scanning direction.

[0042] Table 5 shows the configuration by the side of the field 6 for a scan from toric lens 3b of the reflective mold scan optical system concerning an example 3. Polygon mirror 4a and the field number 4 show [front Naka and the field numbers 1 and 2 / toric lens 3b and the field number 3] curved-surface mirror 5b.

[0043] The configuration of curved-surface mirror 5b is prescribed by the above-mentioned formula (A). In the example 3, it is the constant of the cone $K = 0$ in a formula (A), and curvature $c = 1/ry = -4.96E-03$, and the value of multipliers B_m and n is shown in Table 6.

[0044]

[Table 5]

Field number ry rz d n1 -85.100 55.958 2.000 1.486172 infinity infinity 113.0003 600.000 infinity
60.0004 -201.750 * 196.490 [0045]

[Table 6]

B_m, n n=0 n=1 n=2 n=3 n=4m= 0 0.00 0.00 -2.97E-03 8.25E-06 5.10E-07m= 2 -1.60E-05 3.90E-06 -
7.99E-08 4.05E-09 7.00E-11m= 4 3.10E-08 1.40E-09 -1.24E-12 -1.10E-12 1.00E-14m= 6 -8.20E-13
() -9.50E-13 2.40E-14-6.30E-16 2.00E-17m= 8 4.00E-163.00E-16 -1.55E-17 3.70E-19 1.40E-
20m=10 -1.20E-19 -3.60E-20 2.82E-21 0.00 0.00m=12 1.25E-23 0.00 0.00 0.00 0.00 [0046] Drawing 9
shows the curvature of field of the (A) linearity error of the reflective mold scan optical system by
the configuration of an example 3, the (B) main scanning direction, and the direction of vertical
scanning, and the curve of the direction of vertical scanning of (C) scanning line.

[0047] Next, the relation between Table 7 and conditions (2) is shown for the relation of the each example and conditions (1) which were mentioned above in Table 8. Any example is filling conditions (1) and (2).

[0048]

[Table 7]

	P	0.8P	θ 条件(1)
実施例 1	84	67.2	0.017
実施例 2	70	56.0	0.012
実施例 3	60	48.0	0.011

[0049]

[Table 8]

r B (2 0) rm' |P/rm' | example 1 -270.910 -8.77E-06 -269.629 0.312 examples 2 -228.200 -1.30E-05 -226.854 0.309 examples 3 -201.750 -1.60E-05 -200.456 0.299 [0050]

[Effect of the Invention] As explained above, while giving forward power to a curved-surface mirror in the both directions of horizontal scanning and vertical scanning according to this invention, the optical engine performance better than deflecting system only by only using one curved-surface mirror for an image surface side can be obtained by making that configuration unsymmetrical in the direction of vertical scanning bordering on the criteria straight line which passes along an optical axis.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the explanatory view of the main scanning direction of the reflective mold scan optical system of an example 1.

[Drawing 2] It is the explanatory view of the direction of vertical scanning of the reflective mold scan optical system of an example 1.

[Drawing 3] It is the graph which shows the curvature of field of the (A) linearity error of the reflective mold scan optical system of an example 1, the (B) main scanning direction, and the direction of vertical scanning, and the curve of the direction of vertical scanning of (C) scanning line.

[Drawing 4] It is the explanatory view of the main scanning direction of the reflective mold scan optical system of an example 2.

[Drawing 5] It is the explanatory view of the direction of vertical scanning of the reflective mold scan optical system of an example 2.

[Drawing 6] It is the graph which shows the curvature of field of the (A) linearity error of the reflective mold scan optical system of an example 2, the (B) main scanning direction, and the direction of vertical scanning, and the curve of the direction of vertical scanning of (C) scanning line.

[Drawing 7] It is the explanatory view of the main scanning direction of the reflective mold scan

optical system of an example 3.

[Drawing 8] It is the explanatory view of the direction of vertical scanning of the reflective mold scan optical system of an example 3.

[Drawing 9] It is the graph which shows the curvature of field of the (A) linearity error of the reflective mold scan optical system of an example 3, the (B) main scanning direction, and the direction of vertical scanning, and the curve of the direction of vertical scanning of (C) scanning line.

[Description of Notations]

- 1 Semiconductor Laser
- 2 Collimate Lens
- 3 Cylindrical Lens
- 4 Polygon Mirror
- 5 Curved-Surface Mirror
- 6 Field for Scan

[Translation done.]

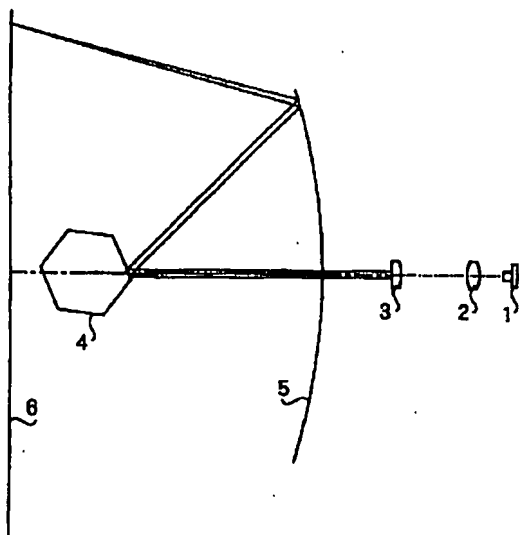
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

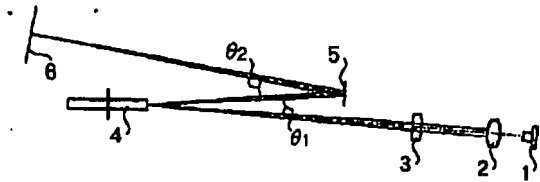
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

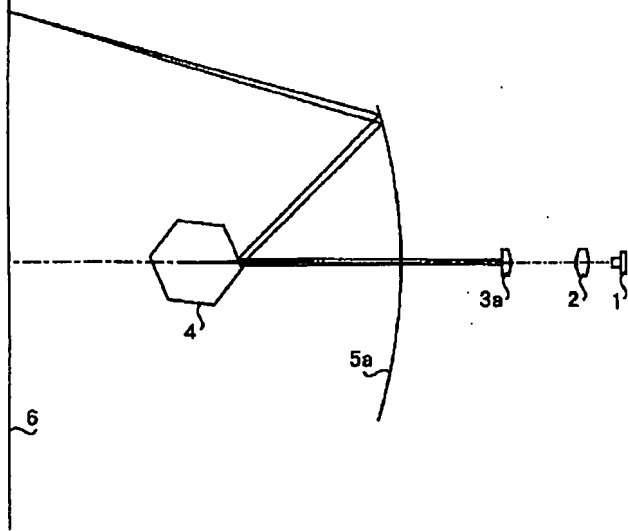
[Drawing 1]



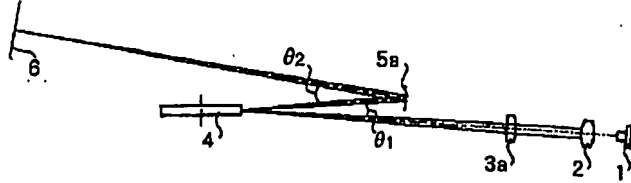
[Drawing 2]



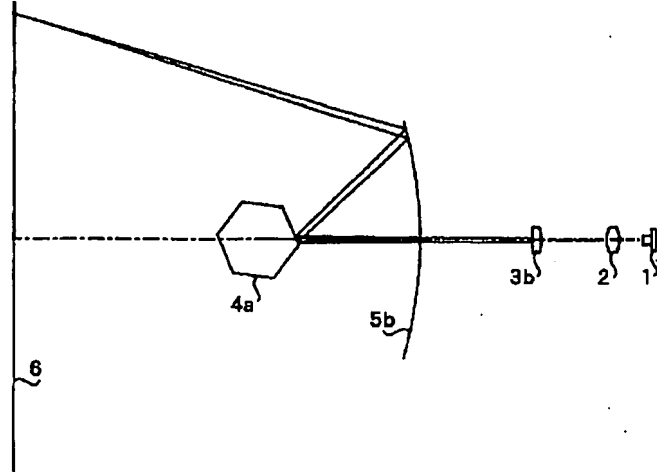
[Drawing 4]



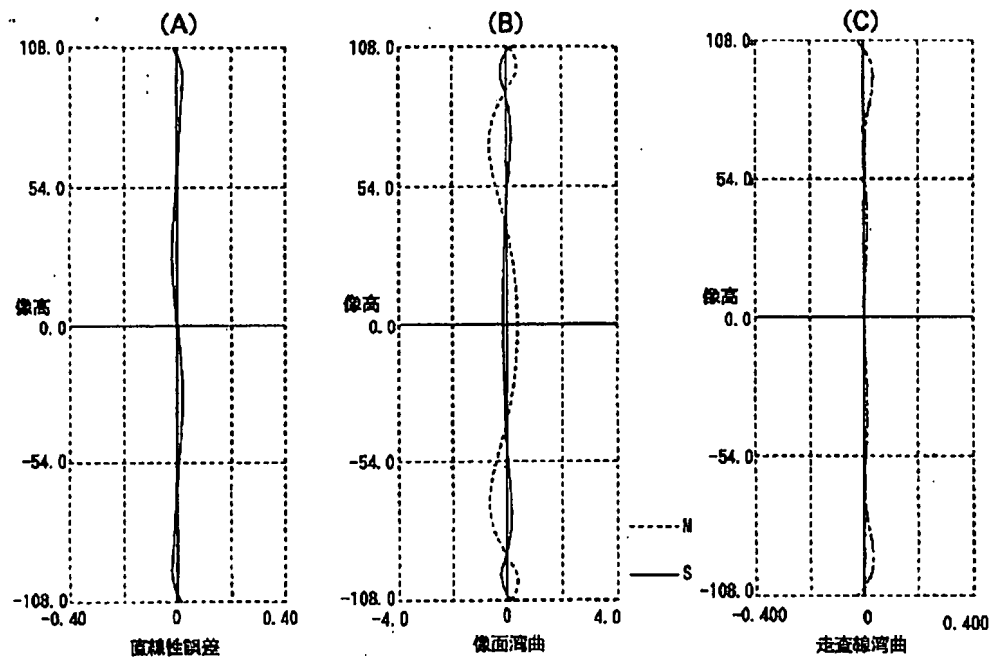
[Drawing 5]



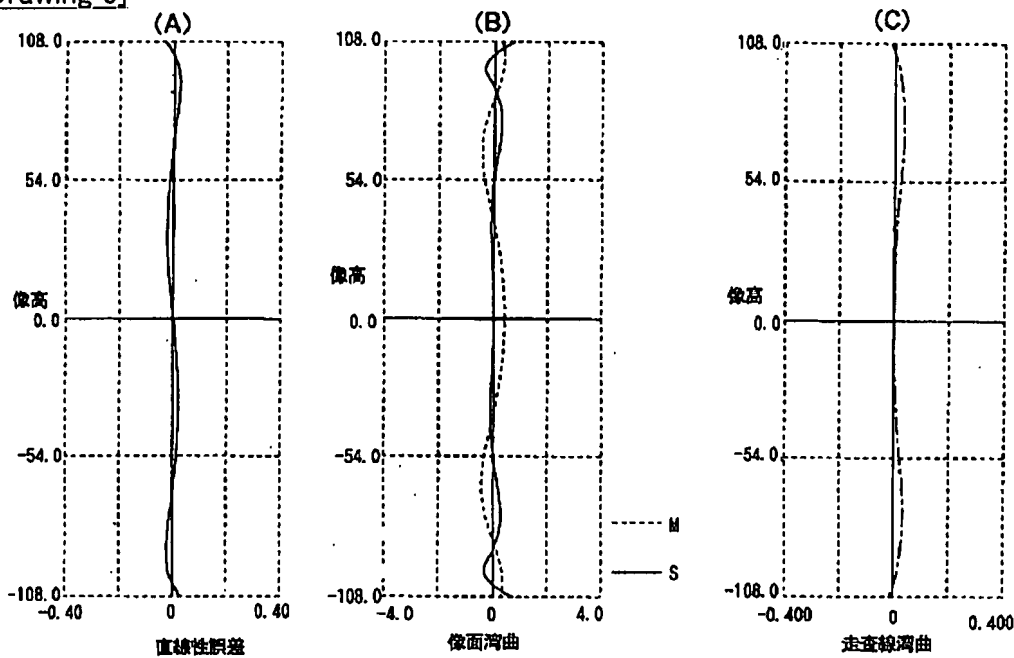
[Drawing 7]



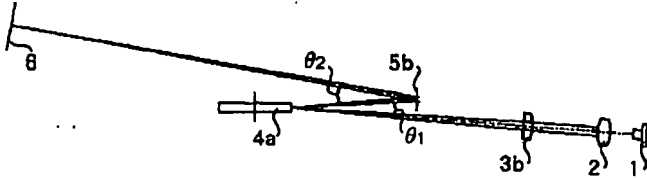
[Drawing 3]



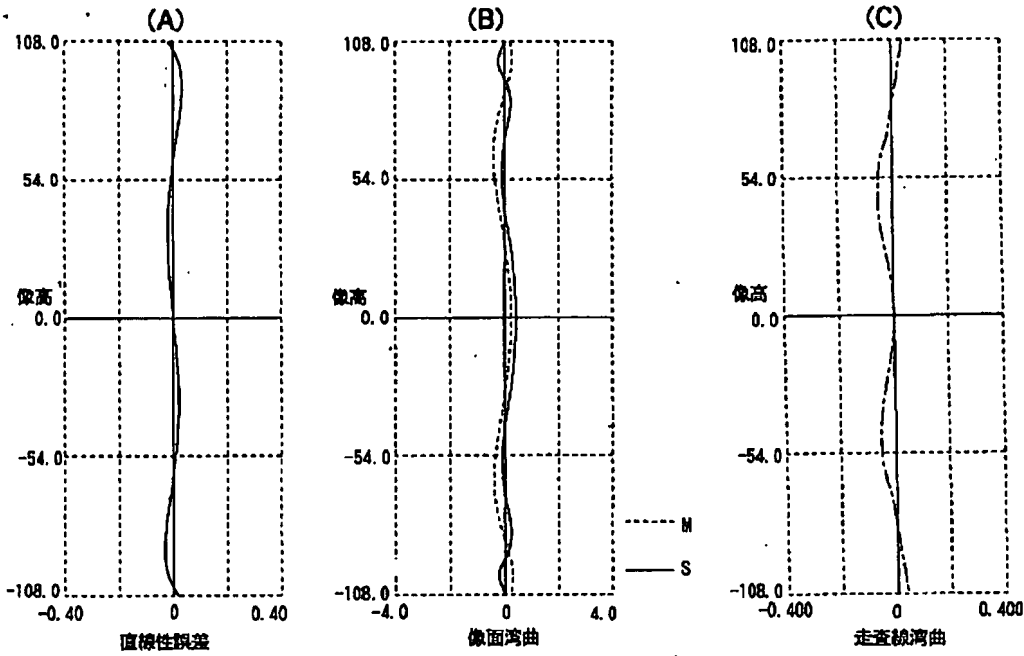
[Drawing 6]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Translation done.]